

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-181058

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1		H 0 1 L 21/ 30	5 1 8
				5 1 6 E

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全6頁)

(21) 出願番号 特願平6-324741

(22) 出願日 平成6年(1994)12月27日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 中野 博之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

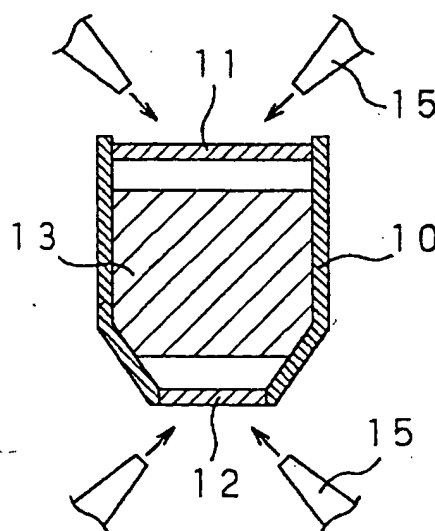
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 投影露光方法およびこれに用いる投影露光装置

(57) 【要約】

【構成】 スリットを通過させた照明光でフォトマスクをスキャンしながら、その透過光を複数のレンズを有する投影光学系5を介してウェハへ導くことにより、該フォトマスクのパターンをウェハに転写するに際して、前記複数のレンズのうち少なくとも前記透過光の集中度が相対的に高いレンズの温度を均一化する。該レンズの温度を均一化するには、空気噴射ノズル15によって、投影光学系5における入射端レンズ11、出射端レンズ12に向けて空気を噴射すればよい。

【効果】 ステップ・アンド・スキャン方式による投影露光が、レンズの温度分布の偏りによる投影パターンの歪を生じさせることなく行える。このため、微細化および大口径化される半導体装置を製造するプロセスにおいて、フォトリソグラフィ工程の信頼性が大幅に向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スリットを通過させた照明光でフォトマスクをスキャンしながら、その透過光を複数のレンズを有する投影光学系を介して基板へ導くことにより、該フォトマスクのパターンを基板に転写する投影露光方法において、

前記複数のレンズのうち少なくとも前記透過光の集中度が相対的に高いレンズの温度を均一化しながら、露光を行うことを特徴とする投影露光方法。

【請求項2】 前記レンズの温度の均一化を、該レンズを強制冷却することによって行うことを特徴とする請求項1記載の投影露光方法。

【請求項3】 前記レンズの温度の均一化を、該レンズが有する熱を該レンズ内で分散させることによって行うことを特徴とする請求項1記載の投影露光方法。

【請求項4】 フォトマスクと、該フォトマスクに対してスリットを通過させた照明光を照射する照明光学系と、複数のレンズから構成され、該フォトマスクからの透過光を基板へ導く投影光学系とを備えた投影露光装置において、

前記複数のレンズのうち少なくとも前記透過光の集中度が相対的に高いレンズに対する温度均一化手段を有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項5】 前記温度均一化手段が、前記レンズに向けて気体を噴射する気体噴射ノズルを有することを特徴とする請求項4記載の投影露光装置。

【請求項6】 前記温度均一化手段が、前記レンズの周囲を取り囲む放熱体を有することを特徴とする請求項4記載の投影露光装置。

【請求項7】 前記温度均一化手段が、前記レンズを光軸を中心として回転させるモータを有することを特徴とする請求項4記載の投影露光装置。

【請求項8】 前記温度均一化手段が、前記レンズの周囲を取り囲む断熱体を有することを特徴とする請求項4記載の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体装置の製造分野等においてフォトリソグラフィに適用される投影露光方法に関し、特に、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光を、投影パターンを経時変化させずに行える方法に関する。また、これに用いる投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造分野では、ハーフミクロン(0.5 μ m)・レベルのデザイン・ルールに基づく16MDRAMが既に量産ラインに移行され、最近では、サブハーフミクロン(～0.35 μ m)・レベルのデザイン・ルールに基づく64MDRAMも一部量産が開始されている。また、次世代の256MDRAMで必

要とされるクォーターミクロン(0.25 μ m)・レベルの加工についても検討が進められている。かかる微細加工の進歩の鍵となった技術はフォトリソグラフィであり、従来の進歩は露光波長の短波長化、および縮小投影露光装置(ステッパ)の縮小投影レンズの高開口数(NA)化によるところが大きい。

【0003】ところで、上記ステッパにおいては、半導体集積回路のさらなる高集積化によるチップサイズの大面積化に対応するため、1回の露光で露光される領域、即ち露光エリアを拡大することが求められてきている。

【0004】従来より適用されているステップ・アンド・リピート方式、即ち、少なくとも1個のチップを含む露光エリアに対して一括露光を行い、この露光エリアを基板上で次々に移動させていく方式においては、露光エリアを有効露光円の内側にしか形成できないため、露光エリアの拡大を図るには、投影レンズを大口径化しなければならない。しかしながら、収差のない大口径レンズを製造することは、技術的にも價格的にも非常に困難である。

20 【0005】そこで、ひとつの露光エリアを一括露光するのではなく、照明光をスキャンさせながら露光することにより上述の問題を解決する方式が考えられた。この方式は、ステップ・アンド・スキャン方式と呼ばれ、光源から出射されスリットを通過した照明光を、フォトマスクに対してスキャンさせながら、ウェハに対する露光を行うものである。なお、実用的には、照明光学系と投影光学系は固定したまま、フォトマスクとウェハとを同期させながらその面内方向に移動させる。

30 【0006】このステップ・アンド・スキャン方式では、有効露光円の直径がそのまま露光エリアの幅となり、しかも露光エリアの長さはスキャンの距離で決まるため、ステップ・アンド・リピート方式とは異なり、投影レンズを大口径化することなく、露光エリアを拡大することが可能となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ステップ・アンド・スキャン方式では、上述したように、スリットを通過した照明光がフォトマスクを介して投影露光系に入射されるため、投影光学系を構成する複数のレンズの中でも、特に入射端および出射端のレンズや、入射瞳に近いレンズにおいては、ある直径近傍に光が集中することとなる。そして、長時間に亘ってこの状態が続くと、レンズ内の温度分布に偏りが生じ、レンズが不均一に膨張するため、ウェハに投影されるパターンが歪むこととなる。

【0008】ステップ・アンド・スキャン方式においては、投影光学系を複数のレンズのみで構成するレンズ・スキャン式の他に、該投影光学系を複数のミラーで構成するミラー・スキャン式があるが、該ミラー・スキャン式を適用した投影光学系においても、各種収差を補正す

るためにレンズが併用されているため、上述の問題が生じてしまう。

【0009】そこで本発明は、かかる従来の実情に鑑みて提案されたものであり、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光を、レンズ内の温度分布の偏りによる投影パターンの変を生じさせることなく行える投影露光方法を提供することを目的とする。また、これに用いる投影露光装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る投影露光方法は、上述の目的を達成するために提案されたものであり、スリットを通過させた照明光でフォトマスクをスキャンしながら、その透過光を複数のレンズを有する投影光学系を介して基板へ導くことにより、該フォトマスクのパターンを基板に転写する投影露光方法において、前記複数のレンズのうち少なくとも前記透過光の集中度が相対的に高いレンズの温度を均一化しながら、露光を行うものである。

【0011】ここで、前記レンズの温度の均一化を行うためには、該レンズを強制冷却する方法、レンズが有する熱を該レンズ内で分散させる方法が挙げられる。

【0012】このような投影露光を実現するための投影露光装置は、フォトマスクと、該フォトマスクに対してスリットを通過させた照明光を照射する照明光学系と、複数のレンズから構成され、該フォトマスクからの透過光を基板へ導く投影光学系とを備えたものであり、前記複数のレンズのうち少なくとも前記透過光の集中度が相対的に高いレンズに対する温度均一化手段を有するものであればよい。

【0013】前記温度均一化手段としては、レンズに向けて気体を噴射する気体噴射ノズルを有するものや、レンズの周囲を取り囲む放熱体を有するもの等、レンズを強制冷却できるものであって好適である。また、前記レンズを光軸を中心として回転させるモータを有するものや、レンズの周囲を取り囲む断熱体を有するもの等、レンズが有する熱を該レンズ内で分散させることができるものであって好適である。

【0014】

【作用】本発明を適用して、レンズの温度を均一化しながら露光を行えば、レンズの一部のみが膨張することがないため、基板に投影されるパターンを歪ませることがない。即ち、投影パターンの経時変化を防止しながら、広い露光エリアに対する露光を行うことが可能となる。

【0015】

【実施例】以下、本発明に係る投影露光方法およびこれに用いる投影露光装置について、図面を参照しながら説明する。

【0016】先ず、以下の各実施例に用いたステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置の概略的な構成を図1に示す。この投影露光装置は、照明ユニット1に

て、図示しないHgランプから出射されたi線をコリメータレンズ、ハエ目レンズを介し平行光として出射させた後、この光をスリット2を介してフォトマスク・ステージ3上のフォトマスク4に通過させ、該フォトマスク4のパターンを投影光学系5を介してウェハ・ステージ6上のウェハ7に縮小投影するものである。

【0017】上記投影露光装置においては、照明ユニット1、スリット2、投影光学系5が固定されているのに対し、フォトマスク・ステージ3はx軸方向に移動可能となされている。上記スリット2の開口2aは、y軸方向（紙面に垂直方向）にはフォトマスク4のy軸方向の寸法より多少大きい幅（図示せず。）にて開口しているが、x軸方向にはフォトマスク4のx軸方向の寸法より狭いwなる幅にて開口している。このため、フォトマスク・ステージ3を駆動してフォトマスク4をx軸プラス（+）方向へ移動させると、上記スリット2を通過したwなる幅の照明光Lは、フォトマスク4上をx軸マイナス（-）方向へスキャンすることとなる。

【0018】上記ウェハ・ステージ6は、ウェハ7をxy面内で移動させるためのxyステージ8と、z軸方向に移動させるためのzステージ9とから構成され、両ステージ8、9の動作の組合せにより該ウェハ7を指定された位置へ3次元的に移動させることを可能としている。

【0019】このため、フォトマスク4とウェハ7をそれぞれx軸方向に移動させながら露光を行えば、wなる幅の照明光Lをフォトマスク4にスキャンさせながら、該照明光Lにて照らされた領域のパターンをウェハ7の対応する領域に対して連続的に投影することができ、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光が行える。

【0020】なお、上記zステージ9を移動させると、上記投影光学系5から投影される結像の焦点面とウェハ面との相対位置を変化させる、即ち、結像面を変化させることもできる。

【0021】ところで、上述のようにしてフォトマスク4に対して照明光Lがスキャンされると、投影光学系5内でフォトマスク4のパターンが、1/4に縮小されてウェハ7に投影される。このような縮小投影を可能とするため、投影光学系5は、図2に示されるように、入射端レンズ11、出射端レンズ12の他、入射瞳の近傍とその周辺の複数のレンズよりなるレンズ群13が外筒10内に配されてなる。

【0022】なお、図2には、フォトマスク4からの透過光の集中度を併せて示す。即ち、入射端レンズ11、出射端レンズ12においては、透過光がスリット2の開口2a形状に対応して、該レンズ11、12のある直径近傍に集中する。また、レンズ群13においては、入射瞳に近い位置Aのレンズでは透過光が該レンズのある直径近傍に集中するが、入射瞳から離れた位置B、Cのレ

10

20

30

40

50

レンズでは透過光がレンズ全体に分散している。

【0023】本発明では、投影光学系5を構成する複数のレンズのうち少なくとも上述したような透過光の集中度が高いレンズに対する温度均一化手段を設けた。

【0024】実施例1

本実施例では、レンズの温度を均一化するために、レンズに向けて空気を噴射するための空気噴射ノズルを設けた例について、図3および図4を用いて説明する。

【0025】具体的には、図3に示されるように、外筒10の上方および下方に、入射端レンズ11、出射端レンズ12に対してその空気噴射口が向けられた複数の空気噴射ノズル15を設けた。

【0026】これらの空気噴射ノズル15は、図示しない空気供給源にそれぞれ接続されると共に、該空気供給源の下流側に設けられた図示しない流量コントローラによって、空気の流量がそれぞれ制御されるようになされている。

【0027】そして、各流量コントローラに設定された空気の流量は、入射端レンズ11、出射端レンズ12内の透過光が集中する領域（以下、光集中領域と記す。）に向かうものほど多くなるようにした。即ち、図4に、入射端レンズ11に供給される空気の流量を矢印の太さで示すように、光集中領域11aに向かう空気の流量を他の領域に向かう空気の流量よりも増やした。

【0028】なお、これら空気噴射ノズル15にて供給される空気の流量は、予め、入射端レンズ11および出射端レンズ12における温度特性と、空気噴射ノズル15による冷却特性とを測定しておき、これに基づいて設定した。

【0029】このようにして、空気噴射ノズル15から空気を供給すると、入射端レンズ11および出射端レンズ12に対する空冷がなされ、長時間に亘って露光を行っても、各レンズ11、12の温度分布に偏りが生じることがなかった。これにより、透過光の集中度が高いレンズが不均一に膨張することがなくなり、ウェハに投影されるパターンの経時変化が防止できた。

【0030】実施例2

本実施例では、レンズの温度を均一化するために、レンズの周囲に放熱体を設けた例について、図5を用いて説明する。

【0031】具体的には、図5に示されるように、外筒10の周囲を取り囲むごとく窒化アルミニウム（AlN）よりなる放熱体21を設けた。なお、この放熱体21は、その端部が液体窒素22内に浸されることにより、外筒10から奪った熱を外部へ逃がすような構成となされている。

【0032】このような温度均一化手段が設けられた投影露光装置を用いて、長時間に亘る露光を行ったところ、投影光学系5のいずれのレンズも放熱体21に熱が奪われるため、入射端レンズ11、出射端レンズ12、

レンズ群13内の入射瞳に近いレンズといった透過光の集中度が高いレンズにおいても、レンズ内の温度分布に偏りが生じることがなかった。

【0033】実施例3

本実施例では、レンズの温度を均一化するために、レンズを回転させるモータを設けた例について、図6および図7を用いて説明する。

【0034】ここでは、透過光の集中度が高いレンズを光軸を中心として回転させるために、外筒10ごと回転させた。具体的には、外筒10の支持手段として、図6に示されるような回転軸受け18を外筒10の外周面に外嵌合させた。これにより、該外筒10は回転可能に支持される。

【0035】また、外筒10の回転駆動手段としては、図7に示されるように、多極磁場を形成するマグネットよりなるロータ16と、該ロータ16の周囲に配置されたステータコイル17とからなるモータを用いた。即ち、ロータ16を外筒10の外周面に取り付け、この周囲にステータコイル17を配し、ステータコイル17への電流の印加によって、外筒10ごとロータ16を回転可能とした。

【0036】このようにして、一定の回転速度にて外筒10を回転させると、透過光の集中度が高いレンズにおいても、光集中領域が連続的に変化するために、レンズ内の温度分布に偏りが生じることがなかった。

【0037】但し、本実施例を適用して長時間に亘って露光を行うと、投影光学系5を構成する各レンズともレンズ全面に亘って温度が上昇し、各レンズがそれぞれ全面に亘って膨張する。このため、本実施例では、予めレンズの膨張特性を測定しておき、これに基づいた補正をしながら露光を行った。

【0038】実施例4

本実施例では、レンズの温度を均一化するために、レンズの周囲に断熱体を設けた例について、図8を用いて説明する。

【0039】具体的には、図8に示されるように、外筒10の周囲を取り囲むごとく多孔質セラミックスよりなる断熱体24を設けた。

【0040】このような温度均一化手段が設けられた投影露光装置を用いて露光を行うと、始めは、透過光の集中度が高いレンズにおける光集中領域の温度が上昇し、該レンズ内の温度分布に偏りが生じたが、この熱がレンズ全域に伝わり飽和すると、レンズ内の温度分布が均一化した。

【0041】このため、本実施例においては、予め、各レンズの温度を飽和させてから露光を開始した。これにより、長時間に亘って露光を行っても、投影されるパターンの変形が起こらなかった。

【0042】以上、本発明に係る投影露光方法およびこれに用いる投影露光装置について説明したが、本発明は

上述の実施例に限定されるものではない。例えば、実施例2では、放電体21としてAINを用いたが、ダイヤモンド、カーボン、酸化ベリリウム等、熱伝導率の高い材料がいずれも代用できる。さらに、冷媒が循環するパイプを外筒10の周囲に巻回させたり、ペルチェ効果を利用して各レンズを冷却する等の変形も可能である。

【0043】また、実施例3のように外筒10を回転させるためには、外筒10の外周にギア部を設け、これをモータのスピンダルに設けられたギア部と噛合させて、モータの駆動力を伝達させてもよい。また、超音波振動

を利用して物理的な進行波を生じさせる超音波モータを、外筒10の回転させるための駆動力としてもよい。

【0044】また、実施例4では、断熱体24として多孔質セラミックスを用いたが、各種高分子材料や、発砲スチロールのような熱伝導率の低い材料を用いてもよい。

【0045】その他、上述した投影露光装置においては、照明光LとしてHgランプの輝線であるi線を用いたが、同じくHgランプの輝線であるg線を用いたり、KrF等のエキシマレーザ光を用いる等の変更も可能である。但し、エキシマレーザ光を用いる場合、実施例1のように気体の噴射によって冷却するならば、光吸収の大きい空気ではなく、N₂ ガスを用いることが好ましい。

【0046】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る投影露光方法を適用すると、ステップ・アンド・スキャン方式による投影露光を、レンズ内の温度分布の偏りによる投影パターンの歪を生じさせることなく行える。

【0047】このため、微細化および大口径化される半導体装置のフォトリソグラフィ工程の信頼性を大幅に向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に適用されるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置の構成例を示す模式図である。

【図2】投影露光系の要部と透過光の集中度を示す模式図である。

【図3】温度均一化手段として空気噴射ノズルを有する投影露光系の要部を示す模式的断面図である。

【図4】空気噴射ノズルの配置と該空気噴射ノズルから噴射される空気の流量を示す概念図である。

【図5】温度均一化手段として放熱体を有する投影露光系の要部を示す模式的断面図である。

【図6】温度均一化手段として外筒を回転させるモータを有する投影露光系の要部を示す模式的断面図である。

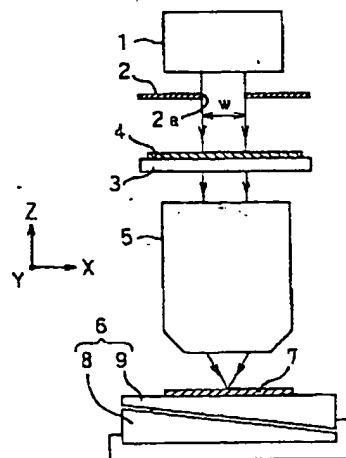
【図7】外筒を回転させるモータの構成を示す模式的平面図である。

【図8】温度均一化手段として断熱体を有する投影露光系の要部を示す模式的断面図である。

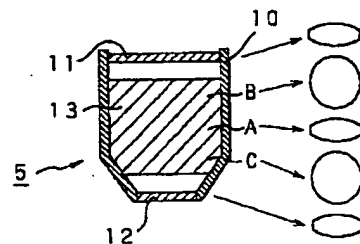
【符号の説明】

- 1 照明光学系
- 2 スリット
- 4 フォトマスク
- 5 投影光学系
- 7 ウェハ
- 10 外筒
- 11 入射端レンズ
- 12 出射端レンズ
- 13 レンズ群
- 15 空気噴射ノズル
- 16 ロータ
- 17 ステータコイル
- 21 放熱体
- 22 液体窒素
- 24 断熱体

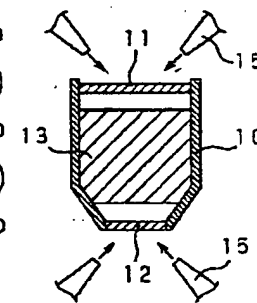
【図1】



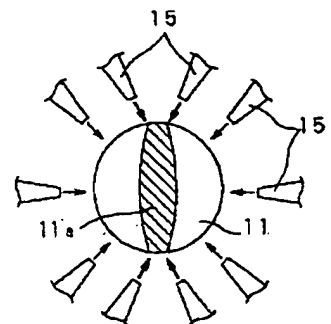
【図2】



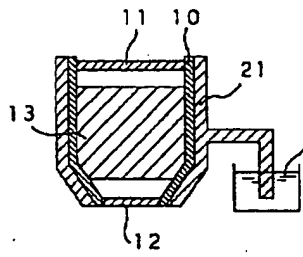
【図3】



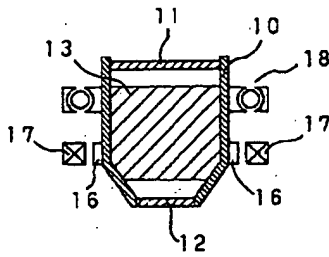
【図4】



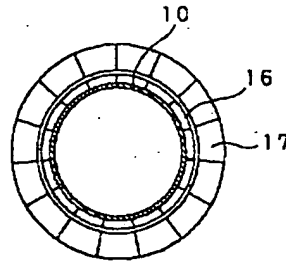
【図5】



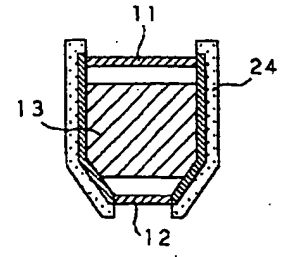
【図6】



【図7】



【図8】



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08181058 A**(43) Date of publication of application: **12 . 07 . 96**

(51) Int. Cl.

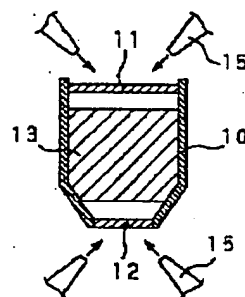
H01L 21/027
G03F 7/20
(21) Application number: **06324741**(71) Applicant: **SONY CORP**(22) Date of filing: **27 . 12 . 94**(72) Inventor: **NAKANO HIROYUKI**
**(54) PROJECTION AND EXPOSURE METHOD AND
 PROJECTION ALIGNER USED FOR IT**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent the generation of deviation in projection pattern by the inclination of temperature distribution by a method wherein an exposing operation is conducted while at least the temperature of lenses, having a relatively high degree of concentration of transmitted light, among a plurality of lenses, is being made uniform.

CONSTITUTION: A plurality of air-jetting nozzles 15, whose jetting holes are directed to an incident-end lens 11 and an emission-end lens 12, are provided on the upper and the lower parts of an outer cylinder 10. The above-mentioned air-jetting nozzles 15 are connected to an air supply source respectively, and at the same time, the flow rate of air is controlled by the flow-rate controllers which are provided on the lower stream side of the air supply source. The flow rate set on each flow rate controller is set in such a manner that it is increased as going to the region of the concentrated transmitted light in the emission-end lens 12. As a result, a projection-exposure operation can be conducted without generation of irregularity of projection pattern by the inclination of temperature distribution on the lens.



* NOTICES *

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The projection exposure technique characterized by exposing in the projection exposure technique which imprints the pattern of this photo mask to a substrate by leading the transmitted light to a substrate through the projection optical system which has two or more lenses, carrying out the scan of the photo mask with the lighting light which passed the slit while the degree of concentration of the above-mentioned transmitted light equalizes the temperature of a high lens relatively at least among two or more above-mentioned lenses.

[Claim 2] The projection exposure technique according to claim 1 characterized by performing equalization of the temperature of the above-mentioned lens by carrying out forced cooling of this lens.

[Claim 3] The projection exposure technique according to claim 1 characterized by carrying out by distributing the heat with which this lens has equalization of the temperature of the above-mentioned lens within this lens.

[Claim 4] The projection aligner to which degree of concentration of the above-mentioned transmitted light is characterized by having a temperature equalization means for a high lens relatively at least among two or more above-mentioned lenses in the projection aligner equipped with a photo mask, the lighting optical system which irradiates the lighting light which passed the slit to this photo mask, and the projection optical system which consists of two or more lenses and leads the transmitted light from this photo mask to a substrate.

[Claim 5] The projection aligner according to claim 4 to which the above-mentioned temperature equalization means is characterized by having the gas-injection nozzle which injects a gas towards the above-mentioned lens.

[Claim 6] The projection aligner according to claim 4 to which the above-mentioned temperature equalization means is characterized by having the radiator which encloses the periphery of the above-mentioned lens.

[Claim 7] The projection aligner according to claim 4 to which the above-mentioned temperature equalization means is characterized by having the motor made to rotate an optical axis for the above-mentioned lens as a center.

[Claim 8] The projection aligner according to claim 4 to which the above-mentioned temperature equalization means is characterized by having the heat insulation field which encloses the periphery of the above-mentioned lens.

[Translation done.]

* NOTICES *

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique that projection exposure of so-called step - and - scanning method can be performed especially, without carrying out the aging of the projection pattern, about the projection exposure technique applied to a photolithography in the manufacture field of semiconductor equipment etc. Moreover, it is related with the projection aligner used for this.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the manufacture field of semiconductor equipment, 16MDRAMs based on the design rule of half micron (0.5 micrometers) level already shift to a mass-production line, and, recently, mass production is started also for a part of 64MDRAMs based on the design rule of sub half micron (-0.35micrometer) level. Moreover, the study is advanced also about the manipulation of the quarter micron (0.25 micrometers) level needed by 256MDRAMs of the next generation. The technique used as the key of progress of such a detailed manipulation is a photolithography, and the conventional progress has the large place depended on short-wavelength-izing of exposure wavelength, and high numerical-aperture(NA)-ization of the reduction projection lens of a reduction projection aligner (stepper).

[0003] By the way, in the above-mentioned stepper, since it corresponds to large area-ization of the chip size by the further high integration of a semiconductor integrated circuit, it has been asked for expanding the area exposed by one exposure, i.e., an exposure area.

[0004] Batch exposure is performed to step - applied conventionally and - repeat method, i.e., the exposure area containing at least one chip, and in the method to which this exposure area is moved one after another on a substrate, since an exposure area can be formed only inside an effective exposure circle, in order to aim at an expansion of an exposure area, you have to diameter[of the macrostomia]-ize a projection lens. However, also technically, it is very difficult to manufacture the diameter lens of the macrostomia without aberration also in price.

[0005] Then, the method which solves an above-mentioned problem was able to be considered by exposing, carrying out [rather than carrying out batch exposure of the one exposure area] the scan of the lighting light. This method is called step - and - scanning method, and exposure to a wafer is performed, carrying out the scan of the lighting light which an outgoing radiation is carried out from the light source, and passed the slit to a photo mask. In addition, lighting optical system and a projection optical system are moved in the orientation of the inside of the field practical, synchronizing a photo mask and a wafer fixed.

[0006] By this step - and - scanning method, an effective exposure diameter of circle serves as the width of face of an exposure area as it is, and moreover, the length of an exposure area becomes possible [expanding an exposure area], without diameter[of the macrostomia]-izing a projection lens unlike step - and - repeat method, since it is decided by distance of a scan.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, by step - and - scanning method, since incidence of the lighting light which passed the slit is carried out to a projection exposure system through a photo mask as mentioned above, in the lens of an incidence edge and an outgoing-radiation edge, and the lens near an entrance pupil, light will concentrate near [a certain] the

diameter especially also in two or more lenses which constitute a projection optical system. And if a long time is covered and this status continues, since a bias will arise in the temperature distribution in a lens and a lens will expand unevenly, the pattern projected on a wafer will be distorted.

[0008] In step - and - scanning method, since the lens is used together also in the projection optical system which applied this mirror scan formula in order to rectify various aberration although there is a mirror scan formula which constitutes this projection optical system other than the lens scan formula which constitutes a projection optical system only from two or more lenses from two or more mirrors, an above-mentioned problem will arise.

[0009] Then, this invention is proposed in view of such conventional actual condition, and aims at offering the projection exposure technique which can be performed, without producing distortion of the projection pattern according projection exposure of step - and - scanning method to the bias of the temperature distribution in a lens. Moreover, it aims at offering the projection aligner used for this.

[0010]

[Means for Solving the Problem] carrying out the scan of the photo mask with the lighting light which the projection exposure technique concerning this invention is proposed [light] in order to attain the above-mentioned purpose, and passed the slit By leading the transmitted light to a substrate through the projection optical system which has two or more lenses In the projection exposure technique which imprints the pattern of this photo mask to a substrate, while the degree of concentration of the above-mentioned transmitted light equalizes the temperature of a high lens relatively at least among two or more above-mentioned lenses, it exposes.

[0011] Here, in order to equalize temperature of the above-mentioned lens, the technique of carrying out forced cooling of this lens and the method of distributing the heat which a lens has within this lens are mentioned.

[0012] It has a photo mask, the lighting optical system which irradiates the lighting light made to pass a slit to this photo mask, and the projection optical system which consists of two or more lenses and leads the transmitted light from this photo mask to a substrate, and, as for the projection aligner for realizing such projection exposure, the degree of concentration of the above-mentioned transmitted light should just have a temperature equalization means for a high lens relatively at least among two or more above-mentioned lenses.

[0013] Forced cooling of the lens can be carried out and what has the gas-injection nozzle which injects a gas towards a lens as the above-mentioned temperature equalization means, the thing which has the radiator which encloses the periphery of a lens are suitable. Moreover, the heat which a lens has can be distributed within this lens, and what has the motor made to rotate an optical axis for the above-mentioned lens as a center, the thing which has the heat insulation field which encloses the periphery of a lens are suitable.

[0014]

[Function] If it exposes, applying this invention and equalizing the temperature of a lens, in order for a part of lens not to expand, the pattern projected on a substrate is not made distorted. That is, it is enabled to perform exposure to a large exposure area, preventing the aging of a projection pattern.

[0015]

[Example] The projection aligner hereafter used for the projection exposure technique and this concerning this invention is explained, referring to a drawing.

[0016] First, the rough configuration of the projection aligner of step - used for each following example and - scanning method is shown in drawing 1 . After this projection aligner carries out the outgoing radiation of the i line by which the outgoing radiation was carried out as parallel light through a collimator lens and a fly eye lens from Hg lamp not to illustrate in the lighting unit 1, it makes the photo mask 4 on the photo-mask stage 3 pass this light through a slit 2, and carries out reduction projection of the pattern of this photo mask 4 through a projection optical system 5 at the wafer 7 on the wafer stage 6.

[0017] In the above-mentioned projection aligner, the photo-mask stage 3 is made movable to x

shaft orientations to the lighting unit 1, the slit 2, and the projection optical system 5 being fixed. although opening of the opening 2a of the above-mentioned slit 2 is carried out to y shaft orientations (perpendicular to space) by large width of face (not shown) more nearly somewhat than the dimension of y shaft orientations of a photo mask 4, it is narrower than the dimension of x shaft orientations of a photo mask 4 to x shaft orientations -- w -- opening is carried out by width of face For this reason, when the photo-mask stage 3 is driven and a photo mask 4 is moved in the x shaft plus (+) orientation, lighting light L of the width of face which becomes w which passed the above-mentioned slit 2 will carry out the scan of the photo-mask 4 top in the x shaft minus (-) orientation.

[0018] it is enabled for the above-mentioned wafer stage 6 to consist of a xy stage 8 for boiling a wafer 7 in xy side and making it move, and a z stage 9 for making it move to z shaft orientations, and to move it to both the stages 8 and the position which had this wafer 7 specified by the combination of an operation of nine in 3 dimensions

[0019] For this reason, if it exposes, moving a photo mask 4, and the wafer 7 to x shaft orientations, respectively, carrying out the scan of the lighting light L of the width of face which becomes w to a photo mask 4, the pattern of the area illuminated in this lighting light L can be continuously projected to the area where a wafer 7 corresponds, and projection exposure of so-called step - and - scanning method can be performed.

[0020] In addition, if the above-mentioned z stage 9 is moved, the relative position of the focal plane of an image-formation and wafer side which are projected from the above-mentioned projection optical system 5 can be changed, namely, an image-formation side can also be changed.

[0021] By the way, if the scan of the lighting light L is carried out to a photo mask 4 as mentioned above, the pattern of a photo mask 4 will be reduced to one fourth within a projection optical system 5, and it will be projected on a wafer 7. In order to enable such reduction projection, as a projection optical system 5 is shown in drawing 2, it comes to allot the lens group 13 which consists of near and two or more lenses of the circumference of an entrance pupil besides the incidence edge lens 11 and the outgoing-radiation edge lens 12 in a sheath 10.

[0022] In addition, the degree of concentration of the transmitted light from a photo mask 4 is collectively shown in drawing 2. That is, in the incidence edge lens 11 and the outgoing-radiation edge lens 12, the transmitted light concentrates near the diameter with these lenses 11 and 12 corresponding to the opening 2a configuration of a slit 2. Moreover, in the lens group 13, although the transmitted light concentrates near the diameter with this lens with the lens of position A near an entrance pupil, the transmitted light is distributing on the whole lens with the lens of positions B and C which is separated from an entrance pupil.

[0023] In this invention, the temperature equalization means for the lens with the high degree of concentration of the transmitted light which was mentioned above at least among two or more lenses which constitute a projection optical system 5 was established.

[0024] In the one example example, in order to equalize the temperature of a lens, the example which prepared the air-injection nozzle for injecting air towards a lens is explained using the drawing 3 and the drawing 4.

[0025] Specifically, as shown in drawing 3, the upper part of a sheath 10 and two or more air-injection nozzles 15 to which the air-injection opening was caudad turned to the incidence edge lens 11 and the outgoing-radiation edge lens 12 were formed.

[0026] These air-injection nozzles 15 are made as [control /, respectively / the flow rate of air / by the flow controller which was prepared in the lower-stream-of-a-river side of this air source of supply and not to illustrate] while it connects with the air source of supply not to illustrate, respectively.

[0027] And the flow rate of the air set as each flow controller was made to increase as what goes to the area (it is hereafter described as an optical concentration area.) which the transmitted light in the incidence edge lens 11 and the outgoing-radiation edge lens 12 concentrates. That is, the flow rate of the air which goes the flow rate of the air supplied to the incidence edge lens 11 in drawing 4 to optical concentration area 11a as the size of the arrow head shows was increased

rather than the flow rate of the air which goes to other areas.

[0028] In addition, beforehand, the flow rate of the air supplied with these air-injection nozzle 15 measures the temperature characteristic in the incidence edge lens 11 and the outgoing-radiation edge lens 12, and the cooling property by the air-injection nozzle 15, and set them up based on this.

[0029] Thus, when air was supplied from the air-injection nozzle 15, even if it exposed by making air cooling to the incidence edge lens 11 and the outgoing-radiation edge lens 12, and covering a long time, a bias did not arise in the temperature distribution of each lenses 11 and 12. It was lost that the lens with the high degree of concentration of the transmitted light expands unevenly by this, and the aging of the pattern projected on a wafer has been prevented.

[0030] In the two examples example, in order to equalize the temperature of a lens, the example which prepared the radiator in the periphery of a lens is explained using drawing 5.

[0031] Specifically, as shown in drawing 5, the radiator 21 which consists of an aluminium nitride (AlN) so that the periphery of a sheath 10 may be surrounded was formed. In addition, this radiator 21 is made by dipping the edge in liquid nitrogen 22 with a configuration which misses to the exterior the heat taken from the sheath 10.

[0032] When exposure covering a long time was performed using the projection aligner in which such a temperature equalization means was prepared, since heat was taken by the radiator 21, also in the lens with the high degree of concentration of transmitted light called the incidence edge lens 11, the outgoing-radiation edge lens 12, and the lens near the entrance pupil in the lens group 13, the bias produced neither of the lenses of a projection optical system 5 in the temperature distribution in a lens.

[0033] In the three examples example, in order to equalize the temperature of a lens, the example which formed the motor made to rotate a lens is explained using the drawing 6 and the drawing 7.

[0034] Here, the lens with the high degree of concentration of the transmitted light was rotated every sheath 10, in order to rotate an optical axis as a center. The rotation-axis receptacle 18 which is shown in drawing 6 was made to specifically fit into the periphery side of a sheath 10 outside as a support means of a sheath 10. Thereby, this sheath 10 is supported possible [rotation].

[0035] Moreover, as a rotation drive means of a sheath 10, as shown in drawing 7, the motor which consists of Rota 16 which consists of a magnet which forms a multipole, and a stator coil 17 arranged around this Rota 16 was used. That is, Rota 16 was attached in the periphery side of a sheath 10, the stator coil 17 was allotted to this periphery, and rotation of Rota 16 was enabled every sheath 10 by impression of the current to a stator coil 17.

[0036] Thus, in the lens with the high degree of concentration of the transmitted light, when the sheath 10 was rotated with a fixed rotational speed, in order that an optical concentration area might change continuously, a bias did not arise in the temperature distribution in a lens.

[0037] However, if it exposes by covering a long time with the application of this example, each lens which constitutes a projection optical system 5 will continue all over a lens, temperature will rise, and each lens will continue and expand on the whole surface, respectively. For this reason, in this example, the intumescence property of a lens was measured beforehand, and it exposed, carrying out the correction based on this.

[0038] In the four examples example, in order to equalize the temperature of a lens, the example which prepared the heat insulation field in the periphery of a lens is explained using drawing 8.

[0039] Specifically, as shown in drawing 8, the heat insulation field 24 which consists of a porous material ceramics so that the periphery of a sheath 10 may be surrounded was established.

[0040] Although the temperature of the optical concentration area in the lens with the high degree of concentration of the transmitted light rose and the bias arose in the temperature distribution in this lens in the beginning when exposed using the projection aligner in which such a temperature equalization means was prepared, when this heat was transmitted throughout the lens and saturated, the temperature distribution in a lens equalized.

[0041] For this reason, in this example, beforehand, since the temperature of each lens was

saturated, exposure was started. Even if this was exposed by covering a long time, deformation of the pattern projected did not happen.

[0042] As mentioned above, although the projection aligner used for the projection exposure technique and this concerning this invention was explained, this invention is not limited to an above-mentioned example. For example, although AlN was used as electric discharge field 21, each material with high thermal conductivity can substitute an example 2 for a diamond, carbon, a beryllium oxide, etc. Furthermore, deformation of cooling each lens, using a Peltier effect in making the periphery of a sheath 10 wind the pipe through which a refrigerant circulates **** is also possible.

[0043] Moreover, in order to rotate a sheath 10 like an example 3, it may be made to gear with the gear section in which the gear section is prepared in the periphery of a sheath 10, and this was prepared by the spindle of a motor, and the driving force of a motor may be made to transmit. Moreover, it is good also as driving force for a sheath 10 rotating the ultrasonic motor which produces a physical progressive wave using a supersonic oscillation.

[0044] Moreover, in the example 4, although the porous material ceramics was used as heat insulation field 24, you may use various polymeric materials and the material with the low thermal conductivity like firing styrol.

[0045] In addition, in the projection aligner mentioned above, although i line which is the bright line of Hg lamp as lighting light L was used, change of using g line which is similarly the bright line of Hg lamp, or using excimer laser light, such as KrF, is also possible. However, if it cools by gaseous injection like an example 1 when using excimer laser light, it is not the large air of an optical absorption but N₂. It is desirable to use gas.

[0046]

[Effect of the Invention] If the projection exposure technique concerning this invention is applied so that clearly also from the above explanation, it can carry out, without producing distortion of the projection pattern according the projection exposure by step - and - scanning method to the bias of the temperature distribution in a lens.

[0047] For this reason, it is enabled to raise sharply the reliability of the photolithography process of detailed-izing and the semiconductor equipment diameter[of the macrostomia]-ized.

[Translation done.]

* NOTICES *

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the ** type view showing the example of a configuration of the projection aligner of step - applied to this invention, and - scanning method.

[Drawing 2] It is the ** type view showing the principal part of a projection exposure system, and the degree of concentration of the transmitted light.

[Drawing 3] It is typical sectional drawing showing the principal part of the projection exposure system which has an air-injection nozzle as a temperature equalization means.

[Drawing 4] It is the conceptual diagram showing the flow rate of the air injected from arrangement of an air-injection nozzle, and this air-injection nozzle.

[Drawing 5] It is typical sectional drawing showing the principal part of the projection exposure system which has a radiator as a temperature equalization means.

[Drawing 6] It is typical sectional drawing showing the principal part of the projection exposure system which has the motor made to rotate a sheath as a temperature equalization means.

[Drawing 7] It is the typical plan showing the configuration of the motor made to rotate a sheath.

[Drawing 8] It is typical sectional drawing showing the principal part of the projection exposure system which has the heat insulation field as a temperature equalization means.

[Description of Notations]

- 1 Lighting Optical System
- 2 Slit
- 4 Photo Mask
- 5 Projection Optical System
- 7 Wafer
- 10 Sheath
- 11 Incidence Edge Lens
- 12 Outgoing-Radiation Edge Lens
- 13 Lens Group
- 15 Air-Injection Nozzle
- 16 Rota
- 17 Stator Coil
- 21 Radiator
- 22 Liquid Nitrogen
- 24 Heat Insulation Field

[Translation done.]